

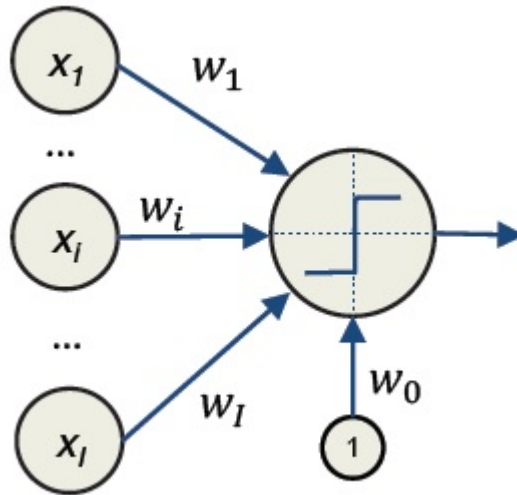
Neuron

# 1 Introduzione

In questa relazione si illustrerà l'implementazione di un singolo neurone artificiale, il quale verrà adattato in modo da interpolare le funzioni logiche *AND* e *OR*, mediante l'utilizzo dell'*Hebbian learning*.

## 2 Neurone artificiale

Un neurone artificiale è un oggetto matematico con  $N$  ingressi e un uscita, l'uscita del neurone è valutata mediante il passaggio degli ingressi attraverso due stadi. Il primo stadio, lineare, è calcolata mediante la combinazione lineare tra gli  $N$  ingressi ( $x_i$ ) e un insieme di  $N$  pesi ( $w_i$ ). Si usa predisporre un peso aggiuntivo ( $w_0$ ) che fa da *bias* e impone il valore medio dell'output lineare. L'uscita dello stadio lineare del neurone viene infine valutata da una funzione non lineare detta *di attivazione* la quale usualmente è un *gradino* o una sua approssimazione derivabile, come ad esempio una *sigmoide*.



L'uscita del neurone è quindi esprimibile nella seguente forma:

$$h_j(x|w, b) = h_j\left(\sum_{i=1}^N w_i \cdot x_i - b\right) = h_j\left(\sum_{i=0}^N w_i \cdot x_i\right) = h_j \mathbf{w}^T \mathbf{x}$$

Dove  $x$  sono gli ingressi e  $w$  i pesi.

## 2.1 Hebbian learning

L'Hebbian learning è stato il primo algoritmo di *learning* del singolo neurone artificiale.

Si sceglie un *learning rate*  $\eta$  e si aggiornano i pesi del neurone mediante una semplice procedura di aggiornamento dello stato:

$$w_i^{\langle k+1 \rangle} = w_i^{\langle k \rangle} + \eta \cdot x_i^{\langle k \rangle} \cdot t^{\langle k \rangle}$$

Dove  $x_i^{\langle k \rangle}$  è l'ingresso all'istante  $k$ -esimo e  $t^{\langle k \rangle}$  l'uscita desiderata al medesimo istante. Si itera finchè il risultato in uscita dal neurone non è uguale a quello desiderato.

Nella computazione delle due funzioni logiche è stato utilizzato l'Hebbian learning, tuttavia per interpolare funzioni più complesse sarebbe stato necessario utilizzare le migliori tecniche di *back propagation*.

## 3 Risultati

Il risultato del learning per le due funzioni è il seguente:

$$\mathbf{w}_{\text{OR}}^{\text{T}} = [-3 \quad 1.51 \quad 1.51]$$

$$\mathbf{w}_{\text{AND}}^{\text{T}} = [0 \quad 0.01 \quad 0.01]$$

e permettono di eseguire correttamente il calcolo.